



به نام خدا

تمرین سری ۷ فیزیک ۲

میدان مغناطیسی ناشی از جریان و جریان القایی

تاریخ تحویل: ۱۴۰۱/۳/۲۷



سوال مفهومی (امتیازی):

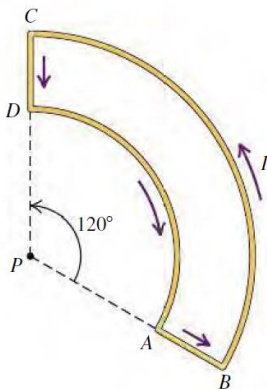
می‌خواهیم با پیچاندن یک سیم دور یک محور استوانه‌ای، یک مقاومت درست کنیم. برای اینکه القای مغناطیسی کمترین مقدار ممکن را داشته باشد می‌خواهیم نصف سیم را در یک جهت و نصف دیگر را در جهت دیگر دور استوانه بپیچانیم. آیا این روش جواب خواهد داد؟ چرا؟

مسائل:

۱- سیم طویل مسی در راستای محور Z دارای سطح مقطعی به شعاع R و چگالی جریان $\vec{j}(r) = Ae^{-\beta r} \hat{k}$ است. با استفاده از قانون آمپر، میدان مغناطیسی B را بر حسب فاصله‌ی a از مرکز سیم به دست آورید و نتیجه را رسم نمایید. (A و β اعداد ثابت مثبت هستند).

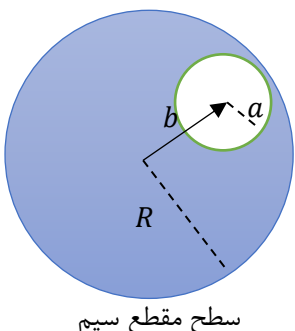
$$ans: B = \frac{A}{a} \left(\frac{1 - e^{-\beta R}}{\beta^2} - \frac{Re^{-\beta R}}{\beta} \right)$$

۲- با توجه به شکل رو به رو، BC حلقه‌ای به شعاع ۳m و AD حلقه‌ای به شعاع ۲m است. میدان مغناطیسی برآیند در نقطه P را بیابید.

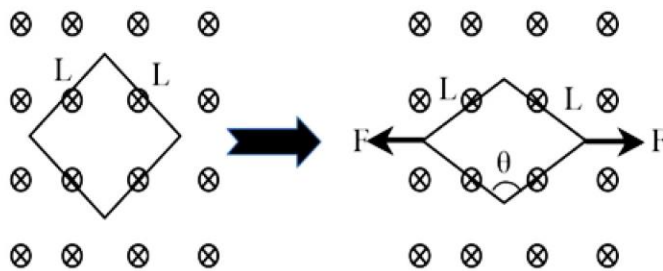


$$ans: B = \frac{\mu_0 I}{36}$$

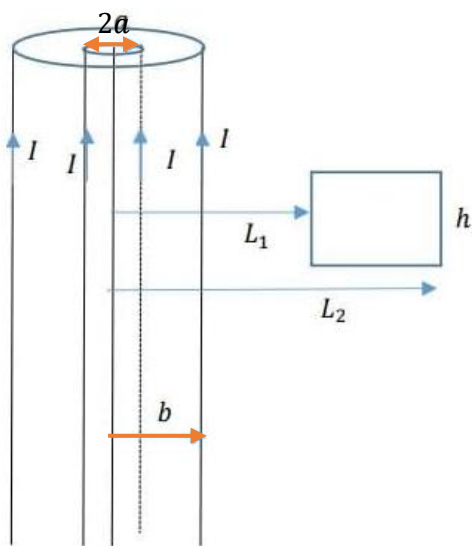
۳- یک سیم صاف و بلند به سطح مقطع دایره به شعاع R ، دارای چگالی جریان یکنواخت $\vec{J} = J_0 \hat{k}$ می‌باشد. یک سوراخ به شعاع a به موازات محور سیم و به فاصله b از آن ایجاد شده است. ثابت کنید میدان مغناطیسی داخل حفره یکنواخت است و مقدار آن را بیابید.



۴- یک حلقه‌ی مربع شکل به طول ضلع L را در نظر بگیرید که در یک میدان مغناطیسی درون سو B قرار گرفته است. در بازه زمانی Δt حلقه از دو سر آن مطابق شکل کشیده می‌شود و تشکیل یک لوزی به زاویه‌ی راس θ می‌دهد. با فرض اینکه مقاومت کل حلقه R باشد مطلوب است محاسبه جریان متوسط القایی در حلقه و تعیین جهت آن.



$$ans: y = \frac{BL^2(1 - \sin \theta)}{R\Delta t}$$



۵- پوسته استوانه‌ای هادی بسیار طویل به شعاع a به صورت هم محور با یک پوسته استوانه‌ای هادی دیگر بسیار طویل و به شعاع b قرار دارد. هر دو استوانه دارای جریان I همسو می‌باشند.

الف) میدان مغناطیسی را در کل فضا محاسبه کنید.

$$ans: B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, B = \frac{\mu_0 I}{\pi r}$$

ب) شار گذرنده از یک مستطیل که مطابق شکل در کنار سامانه فوق قرار گرفته است را محاسبه کنید.

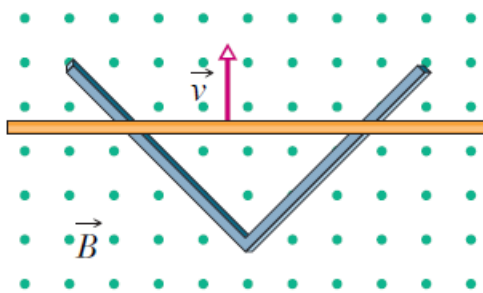
$$ans: \varphi = \frac{\mu_0 I}{\pi} h \ln \frac{L_2}{L_1}$$

ج) ضریب القای متقابل را محاسبه کنید.

$$ans: M = \frac{\mu_0 h}{\pi} \ln \frac{L_2}{L_1}$$

د) اگر جریان I تابعی از زمان باشد نیروی محرکه القایی در قاب مستطیل شکل را بدست آورید.

$$ans: \varepsilon = -\frac{\mu_0 h}{\pi} \ln\left(\frac{L_2}{L_1}\right) \frac{dI}{dt}$$



۶- مطابق شکل، میله ای رسانا روی دو ریل رسانای جریان که با هم زاویه قائمه می‌سازند، با سرعت 4 m/s در زمان $t=0$ در یک میدان مغناطیسی برون سو و ثابت $B=0.04 \text{ T}$ شروع به لغزیدن می‌کند. شار مغناطیسی عبوری و نیرو محرکه القا شده در مثلث را در $t=3 \text{ s}$ بیابید.

ans: $\varphi = 5.76$, $\varepsilon = 3.84$

موفق باشید.